

VARIABLES REPRESENTATIVAS PARA UN ESTUDIO DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES RURALES MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

García Navarro, J.¹; Ayuga Téllez, F.²; García Moruno, L.³; Hernández Blanco, J.³

¹ Doctor Arquitecto.

² Doctor Ingeniero Agrónomo.

³ Ingeniero Agrónomo.

Dpto. de Construcción y Vías Rurales. E.T.S.I. Agrónomos, UPM. Ciudad Universitaria s/n 28040, Madrid. Tel.: (91) 336 56 25, Fax: (91) 336 58 66.

E-mail: jgnavarro@cvr.etsia.upm.es, ayuga@cvr.etsia.upm.es.

Resumen. - Los Sistemas de Información Geográfica constituyen una de las más potentes herramientas de trabajo disponibles en la actualidad para la planificación y ordenación del territorio. Esta planificación, que afecta a todo tipo de actuaciones en el medio rural, debe ser respetuosa con el paisaje y otros recursos naturales. Aquí se aborda el trabajo de determinación de las variables que sean representativas para el estudio mediante un SIG de la localización óptima en el espacio de las construcciones rurales.

1.- INTRODUCCIÓN: LA PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO Y EL PAISAJE

La planificación del territorio constituye, quizás, el principal medio existente para asegurar la defensa y protección del medio natural. A la hora de definir aquellas zonas que deben ser objeto de una atención peculiar por su riqueza medio-ambiental, no lo hacemos de manera arbitraria, sino de acuerdo con una serie de criterios expuestos en el plan de ordenación de cada territorio. Por tanto, el paisaje, que puede ser considerado como el más importante recurso natural de muchas regiones, debe ser protegido por las leyes y ordenanzas que configuran los planes territoriales y urbanísticos.

Una de las agresiones a las que puede ser sometido el medio natural y su percepción cognoscitiva, que es realmente lo que constituye el paisaje, es la acción indiscriminada del hombre dentro del conjunto de actividades propias del sector agrario. La roturación de nuevas tierras para el cultivo, el abandono de otras, las explotaciones ganaderas y avícolas, los silos y almacenes, las viviendas rurales, las industrias agroalimentarias, las infraestructuras (carreteras y caminos, redes eléctricas, de agua y saneamiento, etc.) son algunas de las transformaciones del hombre que pueden constituir una amenaza para el medio natural y el paisaje.

2.- ANÁLISIS DEL SISTEMA TERRITORIAL

En el proceso de análisis y diagnóstico necesario para elaborar las directrices de planificación de un territorio, cada área objeto de estudio puede caracterizarse por una serie de subsistemas de carácter endógeno: subsistema físico-natural, subsistema económico-social, subsistema de asentamientos humanos y subsistema institucional-legal¹.

a) El subsistema físico-natural hace referencia a las características naturales del medio: clima, fisiografía, agua, suelos, vegetación, fauna, paisaje, procesos, etc. Estas son algunas de las variables que se interrelacionan en este subsistema.

b) El subsistema económico-social engloba a la población y a sus actividades económicas y sociales.

c) El subsistema de asentamientos hace referencia a los núcleos habitados, redes de transporte y comunicación, infraestructuras básicas y equipamientos.

d) El subsistema institucional y legal está constituido por el conjunto de organismos y normas de carácter público que rigen y ordenan el territorio.

Cada uno de estos subsistemas está compuesto por multitud de variables que están ligadas entre sí por complejas relaciones de diferentes grados. Además, los subsistemas no son independientes y también están interrelacionados.

3.- VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL SUBSISTEMA FÍSICO-NATURAL

Las variables que interactúan en un sistema físico son de muy distinto tipo y naturaleza. Para cada zona y según sus características intervendrán unas u otras. Siguiendo la "Guía para la elaboración de estudios en el medio físico"², en el medio biofísico en general podemos clasificar las variables y procesos que intervienen según el siguiente listado:

A. Geología	-Estructura	-Compacidad
-Litología	-Pedregosidad	-Elasticidad
-Recursos geológicos	-Capacidad retención de agua	-Deformabilidad
	-Disponibilidad de agua	-Capacidad portante
B. Clima	-Contenido en materia orgánica	E. Agua
-Temperatura	-Reacción del suelo (pH)	-Disponibilidad
-Humedad	-Contenido en carbonato cálcico	-Nivel freático
-Precipitación	-Disponibilidad de nutrientes	-Turbidez
-Evaporación	-Contenido en sales solubles	-Dureza
-Radiación	-Drenaje interno	-Alcalinidad
-Visibilidad	-Permeabilidad	-Sólidos disueltos
-Insolación	-Potencial corrosivo	-Sólidos en suspensión
-Viento	-Erosionabilidad	-pH
-Turbulencia	-Inestabilidad	-Contenido en Cl, SO, P, N, DBO
-Heladas	-Inundabilidad	-Coliformes
-Dispersión del aire	-Productividad	-Capacidad de autodepuración
-Contaminación del aire	-Consistencia	-Productividad
C. Geomorfología	-Plasticidad	-Contaminabilidad
-Pendiente	-Resistencia a la cizalladura	
-Exposición		
D. Suelo		F. Vegetación
-Profundidad		-Abundancia y densidad
-Porosidad		-Cubierta
-Textura		

-Biomasa
-Dominancia
-Composición florística
-Sociabilidad
-Vitalidad
-Fisionomía
-Estratificación horizontal y vertic
-Evolución en el tiempo
-Diversidad
-Rareza
-Depredación
-Reversibilidad
-Estabilidad
-Productividad
-Sensibilidad al fuego
-Usos e influencias
-Calidad visual
-Potencial recreativo
-Interés científico y educativo

-Abundancia y rareza de las especies y del biotopo
-Diversidad de especies y biotopo
-Representatividad de las especies
-Singularidad de las especies
-Atracción turística y recreativa
-Interés científico de las especies
H. Recursos culturales
-Arqueológicos
-Históricos
-Arquitectónicos
-Naturales-singulares
-Científicos-educativos

-Unidad de la composición
-Variedad
-Forma
-Textura
-Color
-Dimensión
-Contraste
-Diversidad
-Singularidad paisajística

J. Estructura territorial
-Análisis global del hábitat
-Análisis individual del hábitat
-Morfología agraria
-Accesibilidad
K. Procesos

-Erosión hídrica
-Erosión eólica
-Sedimentación
-Inestabilidad
-Inundabilidad

I. Paisaje

-Incidencia visual
-Complejidad visual
-Transparencia visual
-Calidad visual

G. Fauna
-Estabilidad de las especies y del biotopo

Para la completa caracterización del medio biofísico se debe hacer un inventario con los datos correspondientes a cada una de estas variables. Es muy importante tener en cuenta que para un estudio de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), es necesaria la determinación de casi todas las variables antes mencionadas. Para un análisis que haga referencia en exclusiva al Impacto Visual no es necesario obtener información de todas las variables antes expuestas, sino únicamente de aquellas que están relacionadas con la edificación agraria y con el paisaje.

4.- EL SUBSISTEMA ECONÓMICO-SOCIAL

Los recursos humanos existentes en un territorio son el constituyente principal de este sistema, ya que es la población la que sustenta y mantiene toda la actividad económica. Por un lado, la población constituye la fuerza de trabajo y por otro demanda todo tipo de bienes y servicios. Como consecuencia, es uno de los elementos más importantes a tener en cuenta para realizar una adecuada planificación de posibles ubicaciones de construcciones agrarias.

Las distintas actividades económicas existentes en un territorio darán lugar a una serie de variables con influencia en la localización de construcciones agrarias, no sólo por su lejanía o proximidad, sino también por la demanda u oferta de productos y materias primas que pueden generar, además de una aceptación o rechazo social a una serie de actividades entre las que

puede estar la que vamos a realizar con nuestro proyecto de transformación. Las variables que vamos a considerar en nuestro estudio son:

- Distancia a un núcleo de población.
- Distancia a un núcleo industrial.
- Disponibilidad de materias primas para nuestra actividad.
- Existencia de demanda hacia nuestros productos.
- Rechazo o aceptación social de nuestro proyecto.
- Existencia de mano de obra especializada para la ejecución y puesta en marcha del proyecto en un núcleo de población determinado.
- Coste del suelo en las distintas zonas del territorio considerado.

5.- VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL SUBSISTEMA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS

El subsistema de asentamientos humanos son los lugares donde reside la población (caseríos, aldeas, pueblos y ciudades), así como toda la red de infraestructuras básicas y de comunicaciones que dan servicio a estos núcleos. También quedan incluidos en el presente epígrafe todas las edificaciones e instalaciones construidas en el medio rural.

La importancia de este sistema es enorme. Hace posible el flujo de personas, mercancías, materias primas, energía, residuos e información imprescindible para que sea posible cualquier actividad productiva en el mundo rural. Las variables que se deben tener en cuenta son:

- Distancia a una vía de comunicación (autopista, carretera, vía de servicio, camino rural, canal navegable, cañadas).
- Distancia a la red de agua potable.
- Posibilidad de acceso a aguas subterráneas de buena calidad mediante la construcción de un pozo.
- Distancia a la red eléctrica. Tipo de toma (alta, media o baja tensión).
- Distancia a red de saneamiento.

6.- EL SUBSISTEMA LEGAL E INSTITUCIONAL

Está constituido por el conjunto de leyes, ordenes y disposiciones de carácter transitorio o permanente que regulan la actuación pública y la iniciativa privada en un territorio dado. Este sistema tiene como única finalidad la de crear el marco jurídico que permita la utilización de los distintos recursos de una manera racional, de modo que pueda ser posible un desarrollo armónico y sostenible para toda el área considerada.

Algunas de las leyes y reglamentos vigentes para todo el territorio nacional son expuestos a continuación. Hay que tener en cuenta que no se incluye la legislación de ámbito estrictamente autonómico.

- Constitución Española de 27 de diciembre de 1978.
- Ley de Reforma y Desarrollo Agrario de 1973.

-Ley sobre Régimen de Suelo y Ordenación Urbana de 1975 y Reglamentos que la desarrollan.

- Ley de Aguas de 1985 y Reglamentos que la desarrollan.
- Ley de Costas de 1988.
- Ley de Montes de 1957 y Reglamento de Montes de 1962.
- Ley de Conservación de Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre de 1989.
- Ley de Protección de Ambiente Atmosférico de 1975.
- Ley sobre Recogida y Tratamiento de los Desechos y Residuos Sólidos Urbanos de 1975 y Reglamento sobre la misma materia.
- Legislación sobre zonas e instalaciones para la defensa nacional de 1975 y Reglamento.
- Ley de Carreteras y Caminos de 1988.
- Ley sobre Patrimonio Histórico de 1985.
- Ley de Montes Vecinales en Mano Común de 1980.
- Ley de vías Pecuarias de 1974.
- Ley de Minas de 1973 y Reglamentos.
- Reglamento de Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas de 1961.
- Ley sobre Conservación de la Energía de 1980.
- Legislación sobre la aplicación de los Fondos Estructurales de la U.E.
- Legislación sobre Evaluación de Impacto Ambiental.

Son estas leyes las que van a determinar algunos de los posibles usos del suelo, ya que pueden por un lado fomentar una determinada actividad y por otro pueden prohibirla por completo. Además habrá que tener muy en cuenta la existencia de Planes Directores Territoriales, Planes Generales de Ordenación Urbana o Rural, pues nos indicarán qué suelo está disponible para nuestro uso y qué suelo ni está disponible en la actualidad por su ordenamiento particular, ni lo estará en el futuro por su previsible utilización para una infraestructura o un servicio determinado. Por tanto, las variables de carácter jurídico y legal que vamos a considerar para nuestro estudio son:

- Usos del suelo según el Plan General de Ordenación Urbana y Territorial, si lo hubiera.
- Posibilidad de ejecutar el proyecto en una zona concreta según las leyes de ámbito nacional que se han expuesto con anterioridad.
- Posibilidad de ejecutar el proyecto en una zona concreta según las leyes de ámbito autonómico vigentes en cada territorio.
- Posibilidad de ejecutar el proyecto en una zona concreta según las ordenanzas y disposiciones de ámbito municipal.

7.- LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y EL PAISAJE.

La caracterización total del Sistema Territorial es fundamental para entender la disponibilidad de los distintos recursos en orden a un aprovechamiento racional que pretende un desarrollo sostenible. Sólo de esta manera se puede conseguir por parte del planificador una adecuada actividad de ordenamiento integral. Pero el manejo global de tan altas cantidades de información hace difícil si no imposible su adecuada comprensión. Únicamente con una potente herramienta informática se puede realizar el tratamiento de semejante volumen de información. Con este fin se crearon en su día los Sistemas de Información Geográfica (SIG en castellano y GIS en terminología anglosajona).

Se puede definir de múltiples maneras lo que es un SIG. Una de las posibles³ sería: "Un sistema informático que utiliza una base de datos espacial para proporcionar respuestas a consultas de naturaleza geográfica".

Los componentes de un SIG serían:

A. El Ordenador

Se requiere un ordenador capaz de realizar las siguientes funciones:

- Almacenamiento de la información: Discos magnéticos (hard disk, ZIP), discos ópticos (CD-ROM).
- Obtención de la información: Digitalizadores, scanners, etc.
- Representación gráfica de los datos.
- Intercambio de información.

B. El Programa

Está compuesto por un sistema operativo y una serie de módulos

- Módulo para la entrada de datos y su verificación.
- Módulo de almacenamiento y gestión de datos.
- Módulo de análisis y procesamiento de la información
- Módulo de representación cartográfica y salidas numéricas.

C. La Base de Datos

Es el soporte para el almacenamiento de la información. La información geográfica se puede almacenar en la base de datos según un modelo de representación de la realidad espacial vectorial (puntos, líneas y áreas) o raster (según unidades poligonales dispuestas en forma de retícula o de matriz). Los datos se estructuran en capas de información u objetos gráficos.

La información de las distintas capas puede ser relacionada entre sí. Además se puede obtener una representación de esa información en 3 dimensiones, mediante el Modelo Digital del Terreno (MDT). Podemos superponer fotografías del terreno a imágenes oblicuas del MDT. Esta técnica, ya en pleno desarrollo, permite realizar un acercamiento al estudio detallado del paisaje y de los elementos que lo forman, siempre que la definición que se consiga permita una relativa naturalización de las imágenes obtenidas. Si esta definición no se consigue, un posible uso de esta herramienta de aplicación gráfica sería el estudio general del paisaje a gran escala. Esta técnica está teniendo un gran desarrollo en la actualidad y es conocida con el nombre de Infografía 3-D.

Como no es la finalidad de esta comunicación entrar a una descripción exhaustiva del funcionamiento y administración de un SIG nos limitaremos a señalar, aparte de lo ya dicho, que una de las mayores dificultades para implementar un sistema SIG es la recogida de la información y su procesamiento para ser puesta en formato digital utilizable por un ordenador. Es lo que se conoce como implementación de un SIG.

8.- IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Las funciones que se pueden realizar con un SIG en orden al estudio de Evaluación de Impacto Ambiental⁴ pueden agruparse en cinco apartados:

1. Funciones de recuperación, clasificación y medida

- Recuperación temática
- Recuperación espacial
 - *Recuperación geográfica
 - *Recuperación geométrica

-Operadores lógicos

-Reclasificación

-Funciones de medida

-Estadística espacial

2. Funciones de superposición

3. Funciones de vecindad

-Operaciones de interpolación

-Modelos digitales del terreno

-Operaciones topográficas

4. Funciones de conectividad

-Contigüidad

-Análisis de proximidad

-Difusión-Coste espacial

-Optimización de trazado

-Derivación de dirección de drenaje

-Intervisibilidad

-Iluminación o sombreado de montañas

-Análisis de redes

5. Modelo cartográfico.

Estas funcionalidades de los SIG permiten el manejo e interrelación de las variables que se van a considerar en este estudio.

9.- VARIABLES REPRESENTATIVAS

Entre las variables a las que hemos hecho referencia en apartados anteriores, aquellas que pueden procesarse en un SIG y son representativas para nuestro estudio de localización son:

GEOLOGÍA

1. Recursos geológicos

CLIMA

2. Dispersión del aire

3. Contaminación del aire

GEOMORFOLOGÍA

4. Pendiente

5. Exposición

SUELO

6. Drenaje del suelo

7. Permeabilidad

8. Potencial corrosivo

9. Inestabilidad

10. Inundabilidad

11. Consistencia

12. Plasticidad

13. Resistencia cizalladura

14. Compacidad

15. Elasticidad

16. Deformabilidad.

17. Capacidad portante.

VEGETACIÓN

18. Densidad

19. Cobertura

20. Evolución en el tiempo

21. Diversidad

- 22. Rareza
- 23. Reversibilidad
- 24. Estabilidad
- 25. Calidad visual
- 26. Potencial recreativo

FAUNA

- 27. Estabilidad
- 28. Abundancia
- 29. Diversidad
- 30. Representatividad
- 31. Singularidad
- 32. Interés turístico
- 33. Interés científico

PAISAJE

- 34. Incidencia visual
- 35. Complejidad visual
- 36. Transparencia visual
- 37. Calidad visual
- 38. Unidad
- 39. Variedad
- 40. Forma
- 41. Textura
- 42. Color

- 43. Dimensión
- 44. Contraste
- 45. Diversidad
- 46. Singularidad

VARIABLES DE TIPO SOCIO-ECONÓMICO

- 47. Distancia a un núcleo de población
- 48. Distancia a un núcleo industrial
- 49. Disponibilidad de materias primas
- 50. Existencia de demanda
- 51. Rechazo o aceptación social del proyecto
- 52. Existencia de mano de obra especializada
- 53. Coste del suelo

VARIABLES DE TIPO POBLACIONAL

- 54. Distancia a una vía de comunicación

- 55. Distancia a la red de agua potable
- 56. Posibilidad de acceso a aguas subterráneas
- 57. Distancia a la red eléctrica
- 58. Distancia a red de saneamiento

VARIABLES DE TIPO JURÍDICO-LEGAL

- 59. Usos del suelo según el Plan General de Ordenación Territorial
- 60. Posibilidad de ejecutar el proyecto según leyes de ámbito nacional
- 61. Posibilidad de ejecutar el proyecto según las leyes autonómicas
- 62. Posibilidad de ejecutar el proyecto según las ordenanzas municipales

10.- REFERENCIAS.

1. Gómez Orea, D. "Planificación rural". Editorial Agrícola Española. 396 pags. 1992.
2. Varios. "Guía para la elaboración de estudios del medio físico". Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Centro de Publicaciones. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. 809 pags. 1992.
3. Goodchild, M.F. y Kemp, K.K. "Introduction To GIS". NCGIA Core Curriculum, Santa Bárbara. California. EEUU. 1990
4. Ruiz Pérez, M. "Aplicación de los sistemas de información geográfica a la realización de estudios de evaluación de impacto ambiental". Recopilación "El impacto ambiental en el planeamiento urbanístico". Pags 49-76. 1996.